

R. Aschenbach<sup>1</sup> · D. Eßer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie und Neuroradiologie, Helios Klinikum Erfurt GmbH

<sup>2</sup> Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Plastische Operationen, Helios Klinikum Erfurt GmbH

## Aktuelle Aspekte der posttherapeutischen Bildgebung bei Kopf-Hals-Malignomen

Die zunehmende Zahl an malignen Erkrankungen im Kopf-Hals-Bereich sowie die erweiterten Therapieoptionen haben in den letzten Jahren zu einer quantitativen und qualitativen Zunahme der Operationen im Kopf-Hals-Bereich geführt. Dabei nehmen v. a. Therapieansätze mit kurativem Ansatz und komplexer Rekonstruktion einen hohen Anteil ein. Neben der exakten klinischen Anamnese und sonographischen Kontrollen stellen moderne bildgebende Verfahren wie Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) die Säulen der posttherapeutischen Bildgebung dar. Da Therapieverfahren immer individueller an die Anforderungen jedes einzelnen Patienten angepasst werden, ist insbesondere die Information über wichtige Details der

durchgeführten Therapie für den befundenden Radiologen essenziell, um dem klinischen Partner wertvolle Hinweise auf ein mögliches residuelles oder rekurrentes Tumorwachstum zu geben.

Der folgende Übersichtsbeitrag soll einen Überblick über die aktuellen bildgebenden Verfahren und deren Anwendung geben. Dabei sollen neben anerkannten Indikationen auch neue Aspekte in der Entwicklung der Bildgebung sowie deren Grenzen aufgezeigt werden.

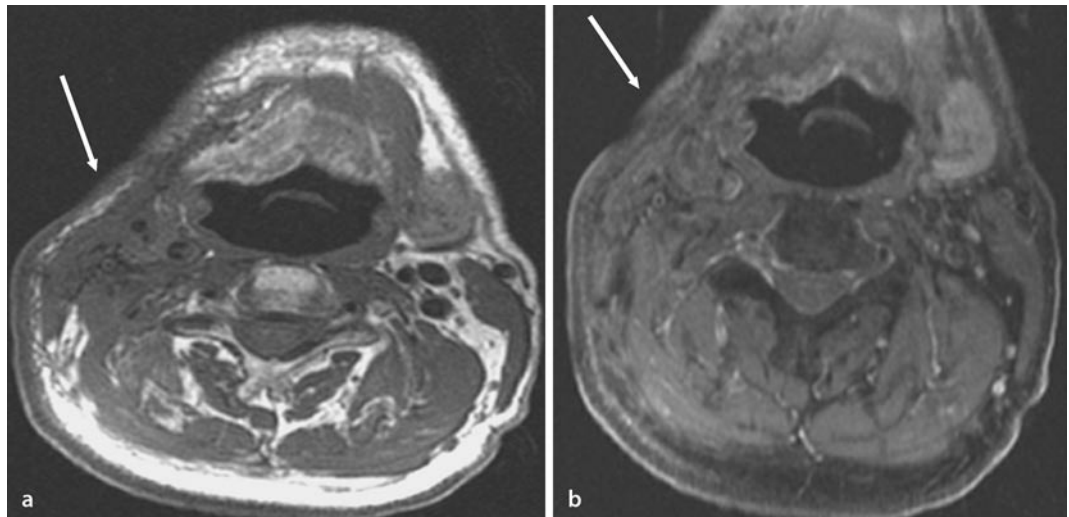
Generell gilt für die posttherapeutische Bildgebung der gleiche Qualitätsstandard wie für die initiale Bildgebung. Angaben zum T-, N- und M-Staging gehören zur Basis jeden radiologischen Befundes. Komplizierend kommen jedoch die mannigfaltigen posttherapeutischen Verän-

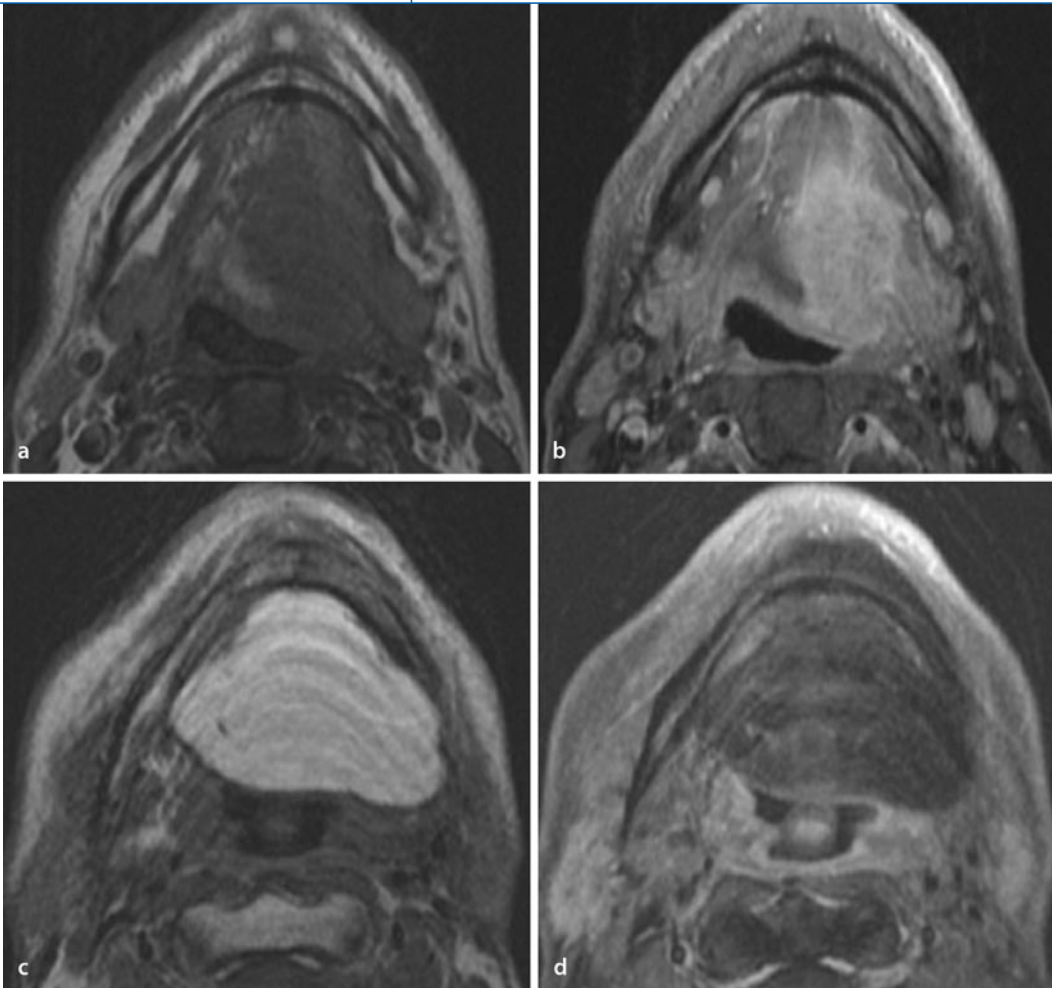
derungen hinzu, etwa nach Rekonstruktionen mittels Lappenplastiken verschiedenen Ursprungs und damit auch unterschiedlichen Erscheinungsbildes in der Bildgebung (▣ Abb. 1a, b, ▣ Abb. 2. a–d). Therapiebegleitende Effekte nach Radiotherapie und/oder begleitender Chemotherapie sind ebenfalls zu berücksichtigen. Letztlich stellt auch der Zeitpunkt der posttherapeutischen Kontrollbildgebung ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung dar.

### T-Stadium

Nach der radikalen und vollständigen Resektion im Kopf-Hals-Gebiet müssen besonders die Resektionsränder und die Anastomosen zur Plastik analysiert werden. Dabei ist der Vergleich mit den präoperativen Aufnahmen notwendig, um

**Abb. 1** ▶ MRT bei Zustand nach Neck-Dissection rechts. **a** Native T1w-Aufnahme mit hypointenser Darstellung der Narbenstrukturen. **b** T1w-Bild mit Fettsaturation nach Kontrastmittelapplikation ohne Anreicherungen als Zeichen eines regulären Narbenbefundes





**Abb. 2** ◀ MRT bei großem linksseitigem Oropharynx-tumor. **a** Präoperative T1w-Aufnahme axial, **b** gleiche Ebene nach Kontrastmittelapplikation mit kräftiger KM-Anreicherung. **c** Posttherapeutischer Normalbefund nach Radialis-lappenversorgung mit signalreicher Darstellung des Fettgewebes, welches im Lappen regelhaft enthalten ist. **d** Nach Kontrastmittelapplikation mit Fettunterdrückung Signalverlust des Fettanteils ohne Hinweis auf Residualtumor im Bereich der Anastomosen

die Signaleigenschaften des Primarius zu berücksichtigen. In Abhängigkeit von der posttherapeutischen Situation stehen sowohl CT als auch MRT zur Verfügung, wobei sich tendenziell Vorteile der MRT ergeben, besonders bei der Beurteilung von Weichteilveränderungen. Vor allem bei Mundhöhlen- und Oropharynxkarzinomen ist die posttherapeutische MRT zu favorisieren. Die Treffsicherheit im T-Staging präoperativ liegt mit diesem Verfahren bei etwa 82% [16]. Tendenzuell werden jedoch die Tumorgößen aufgrund der begleitenden Umgebungsreaktion überschätzt.

### ➤ Bei Oropharynxkarzinomen ist die posttherapeutische MRT zu favorisieren

Schwieriger wird die Situation nun posttherapeutisch, da oftmals lang anhaltende Begleitödem und Hämatome die sichere Tumorgrenzenbeurteilung erschweren. Die obligatorische Kontrastmittelappli-

kation zeigt zuverlässig die residuale Durchblutung innerhalb von Tumoren; aber auch Narbenzonen und Granulationsgewebe sind vaskularisiert. Hilfreich sind neue Ansätze der MRT mittels dynamischer Bildaufnahme oder Perfusionsbildgebung. Hierbei werden Aufnahmen während der frühen Kontrastmittelanreicherung durchgeführt und somit letztlich die tumorassoziierte Neoangiogenese dargestellt (▣ **Abb. 3a–d**, ▣ **Abb. 4a–d**). In einer Übersichtsarbeit wiesen Bisdas et al. an 17 Patienten die Zuverlässigkeit der Tumorperfusion nach. Sie zeigten, dass die Tumorperfusion signifikante Unterschiede zur Perfusion des gesunden Gewebes aufweist und sich damit insbesondere postoperativ zum relativ frühen und sensitiven Nachweis von Rezidiven eignet [2].

Auch die Diffusions-MRT hat in den letzten Jahren Einzug in die onkologische Bildgebung gehalten. Erste Arbeiten lassen ihre Anwendung sinnvoll erscheinen. Kim et al. untersuchten an 40 Patienten

die Wertigkeit der Diffusions-MRT zur Beurteilung des Ansprechens der Radiochemotherapie (RCT). Dabei zeigte die Veränderung des sog. ADC („apparent diffusion coefficient“) nach einer Woche RCT die höchste prognostische Aussagekraft mit einer Sensitivität von 86% und Spezifität von 83%, um zwischen Respondern und Nonrespondern zu differenzieren [7]. Eigene Arbeiten zur Diffusionsbildgebung und Tumorcharakterisierung stützen diese Ergebnisse und zeigen das Potenzial der Methode auf [1].

Die posttherapeutische Bildgebung mittels Positronenemissionstomographie (PET) und PET-CT stellt jedoch unbestritten den größten Fortschritt der letzten Jahre dar. Die Kombination zwischen morphologischer und funktioneller Bildgebung hat zu neuen Einsichten und Ansätzen im Management von Kopf-Hals-Malignomen geführt. Durch die Bestimmung der Fluorodeoxyglukose-(FDG-) Aufnahme innerhalb der Tumoren können umgebungsunabhängig prognosti-

HNO 2010  
DOI 10.1007/s00106-010-2143-5  
© Springer-Verlag 2010

R. Aschenbach · D. Eßer  
**Aktuelle Aspekte der posttherapeutischen Bildgebung bei Kopf-Hals-Malignomen**

**Zusammenfassung**

Die posttherapeutische Bildgebung ist für die Planung und Erfolgskontrolle von Tumorpatienten essenziell. Dabei stehen prinzipiell aller bildgebenden Verfahren zur Verfügung, wobei der Schwerpunkt bei den Schnittbildverfahren Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT) und Positronenemissionstomographie-CT (PET-CT) liegt. Die Entwicklungen der letzten Jahre in der posttherapeutischen Bildgebung, insbesondere auf dem Gebiet der MRT und PET-CT, sollen im folgenden Beitrag näher diskutiert werden.

**Schlüsselwörter**

Computertomographie · Magnetresonanztomographie · Positronenemissionstomographie-CT · Kopf-Hals-Malignome · Tumornachsorge

**Post-therapeutic imaging strategies and follow-up in head and neck malignant tumours**

**Abstract**

Post-therapeutic imaging is crucial for treatment planning and control in patients with malignant lesions in the head and neck. Focussed on CT, PET-CT and MRI, imaging strategies for post-therapeutic follow-up have been developed and investigated during the last few years. This review should help to interpret the results of these studies and make the reader familiar with the latest developments.

**Keywords**

Computed tomography · Magnetic resonance imaging · PET-CT · Head and neck lesions · Follow-up

sche Faktoren zum Therapieansprechen und posttherapeutischen Verlauf bestimmt werden. Torizuka et al. haben in einer Studie einen SUV („standard uptake value“) von  $>7$  als prognostisch ungünstigen Faktor für die Überlebensrate ermittelt [12]. Dabei zeigten auch hohe Tumorstadien T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> einen hohen SUV. Auch erste Publikationen zum Thema PET-MRT zeigen, dass der Ansatz der Bildfusion zwischen metabolischen und morphologischen Daten zielführend ist. Nakamoto et al. haben an 65 Patienten die Methode evaluiert und fanden für die PET-MRT gegenüber alleiniger MRT eine höhere Sensitivität und Spezifität (100 vs. 98%) für die Primärsuche, v. a. aber auch für die Rezidivdetektion (92 vs. 67%; [11]). Zwar wurden hier PET und MRT noch getrennt registriert, aber die ersten PET-MRT-Systeme sind bereits im klinischen Einsatz.

Insgesamt ist ein Trend zur Umstellung der Verlaufsuntersuchungen auf PET-CT zu erkennen. Da bei bis zu 50% aller Patienten Residual- oder Rezidivtumoren auftreten, ist die Früherkennung zwingend für die Prognose. Dies stützt eine große Metaanalyse aus dem Jahr 2008, welche insgesamt 1871 Arbeiten über PET berücksichtigt [5]. Mit einer mittleren Sensitivität von 94% (87–97%) und Spezifität von 82% (76–86%) bezüglich Rezidiv- und Residualtumor in der Primärtumorregion, einem positiven Prädiktivwert von 75% (68–82%) und einem negativen Prädiktivwert von 95% (92–97%) können somit relativ zuverlässig Rezidive und Residuen ausgeschlossen werden. Kritisch anzumerken sind jedoch die weiterhin nicht ausreichende Verfügbarkeit von PET-CT-Systemen und deren vergleichsweise hohe Kosten, die nur im Einzelfall von den Kassen erstattet werden. Trotz vieler valider Studien und einem unbestrittenen Vorteil gegenüber der zeitraubenden und häufig nicht konklusiven Diagnostik in Einzelschritten ist der Gesetzgeber bisher nicht bereit, eine Aufnahme in den Leistungskatalog der Krankenkassen zu bewirken.

**N-Staging**

Der Nachweis zervikaler Metastasen ist der wichtigste prognostische Faktor bei Kopf-Hals-Malignomen. Das generel-

le Problem jeglicher bildgebender Verfahren ist weiterhin das korrekte N-Staging. Für Prognose, Radikalität und Op-Planung sowie letztlich für die suffiziente und stadiengerechte Therapieplanung ist jedoch gerade das korrekte N-Staging unerlässlich. Kriterien wie etwa Form, Größe oder Infiltration von Nachbarstrukturen sowie inhomogene Binnenstrukturen und Nekrosen sind wichtige Beurteilungskriterien. Daneben können Farbdoppler und Powerdoppler weitere Informationen generieren. Aktuelle Studien zur Bedeutung insbesondere der Farbdopplersonographie mit Pulsatilitäts- und Resistanceindex zeigen eine Sensitivität von bis zu 93% für pathologische Lymphknoten [3].

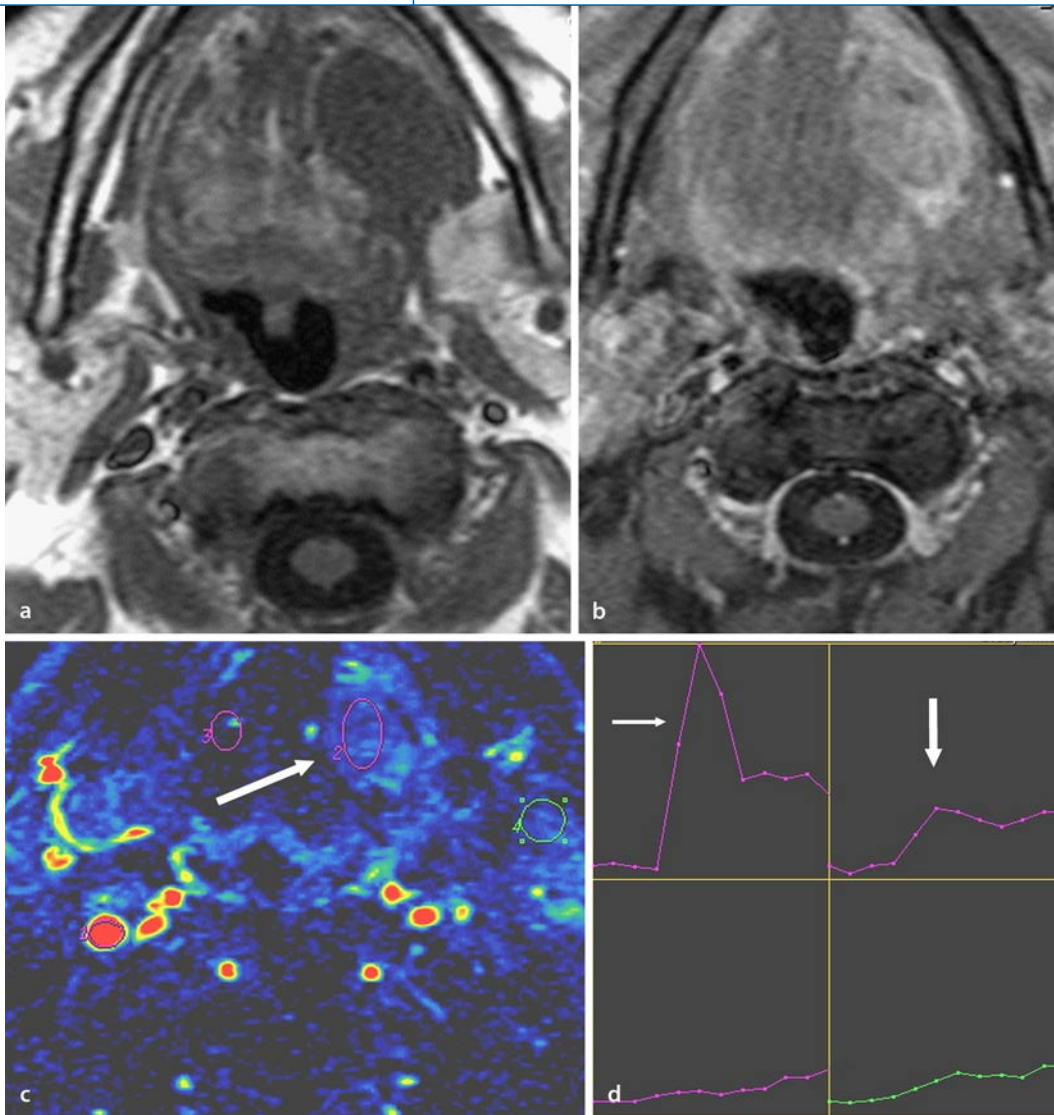
CT und MRT haben trotz langjähriger Anwendungen nur wenige Fortschritte in der zuverlässigen Beurteilung von pathologischen Lymphknoten bewirkt. Letztlich zeigt sich diese Unsicherheit auch in den relativ ausgedehnten Dissektionen unterschiedlicher Lymphknotenlevel.

Neue Ansätze in der Dignitätsbeurteilung von Lymphknoten liefert wiederum die Diffusions-MRT. Vandecaveye et al. untersuchten dazu die Treffsicherheit der Diffusions-MRT an 33 Patienten mit Lymphknotenmetastasen unterschiedlicher Größe in Korrelation zum histopathologischen Befund [13]. Bei Anwendung des ermittelten Grenzwerts wurden für Lymphknoten über 1 cm Sensitivität, Spezifität und Treffsicherheit von 94%, 80% und 90% festgestellt, für Lymphknoten, die kleiner als 1 cm waren, entsprechende Werte von 76%, 94% und 85%.

**➤ Neue Ansätze in der Dignitätsbeurteilung liefert die Diffusions-MRT**

Naheliegender ist auch der Einsatz von PET und PET-CT in der Dignitätsbeurteilung von Lymphknoten und nodaler Rezidivausbreitung. Die Datenlage ist jedoch relativ ernüchternd, da v. a. bei den kleinen Lymphknoten keine zuverlässigen Ergebnisse ermittelt wurden. Yamazaki et al. haben in einer retrospektiven Studie an 1076 Lymphknoten gezeigt, dass ebenfalls kleine, metastatisch befallene Lymphknoten nicht sicher erkannt werden [17]. Auch große Metaanalysen haben für den klinischen No-Hals im PET lediglich Sen-





**Abb. 3** ◀ Mundbodentumor links. **a** Natives T1w-Bild mit hypointensem Tumor. **b** Nach Kontrastmittelgabe relativ moderate KM-Anreicherung. **c** In der farbigen Perfusionskarte dennoch deutlich vermehrte Kontrastmittelauffinität gegenüber der gesunden Umgebung. **d** Quantifizierung der Perfusion, wobei das obere linke Quadrat den arteriellen Zustrom zeigt. Das obere rechte Quadrat stammt aus dem Tumor mit im zeitlichen Verlauf deutlich zunehmender Kontrastmittelanreicherung. Das untere linke Quadrat ist die Gegenseite als Referenz, das untere rechte Quadrat zeigt die Kontrastmittelanreicherung in

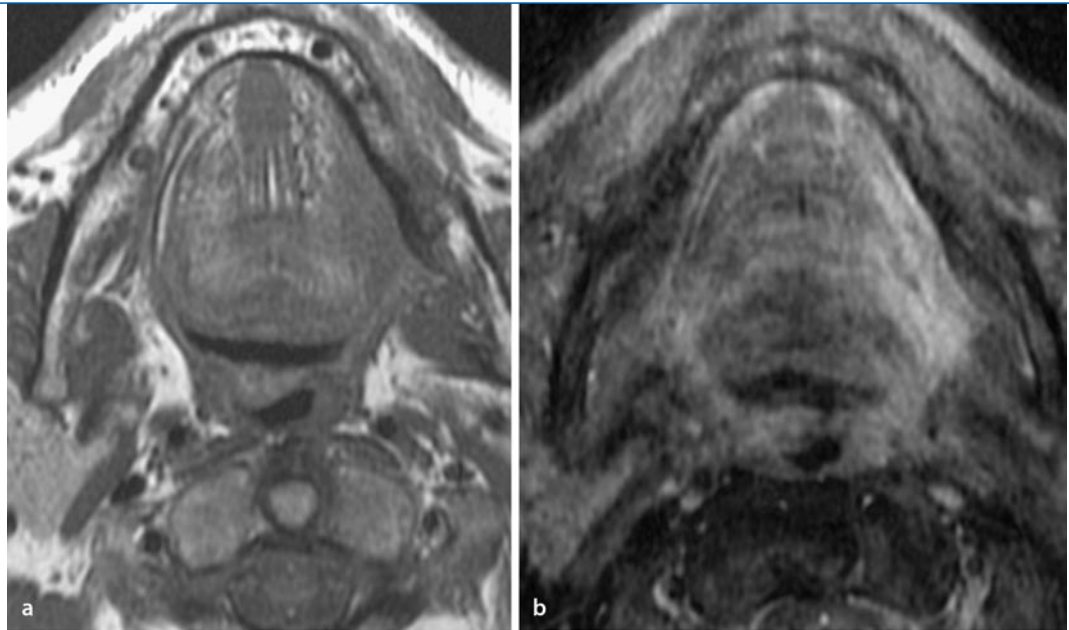
sitivitäten von 50% und Spezifitäten von 87% erbracht und damit keinen Vorteil gegenüber CT oder MRT ergeben [8]. In einer Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2008 präsentieren Mack et al. eine Standortbestimmung der einzelnen Verfahren zur Dignitätsbeurteilung von Lymphknotenveränderungen [9]. Darin werden in erster Linie die zentrale Nekrose, das extranodale Tumorwachstum sowie die Invasion angrenzender Gefäße als Malignitätsmarker herausgestellt. Neuartige, bisher klinisch nicht zugelassene Kontrastmittel (USPIO, „ultrasmall particles of iron oxide“) mit hoher Lymphknotenaffinität haben in den präklinischen Phasen zwar gute erste Ergebnisse gezeigt, haben aber noch nicht den Sprung in die klinische Routine geschafft [10].

### M-Staging

Die Detektion von Fernmetastasen hat im initialen Staging einen festen Platz. Neben den konventionellen Techniken wie Röntgenaufnahmen des Thorax in 2 Ebenen und dem Ultraschall des Abdomens haben die Schnittbildverfahren einen festen Stellenwert. Bisher kontrovers diskutiert wurde der primäre Einsatz der Thorax-CT beim M1-Staging aufgrund der höheren Strahlenexposition gegenüber einer Thoraxröntgenaufnahme. Neue Scannergenerationen haben jedoch Dosismodulationssysteme, die mit einer erheblichen Dosisreduktion einhergehen. Im Gegensatz dazu liefert die thorakale CT wesentlich detailreichere, überlagerungsfreie Aufnahmen des Lungenparenchyms, sodass diese Methode im initialen Staging

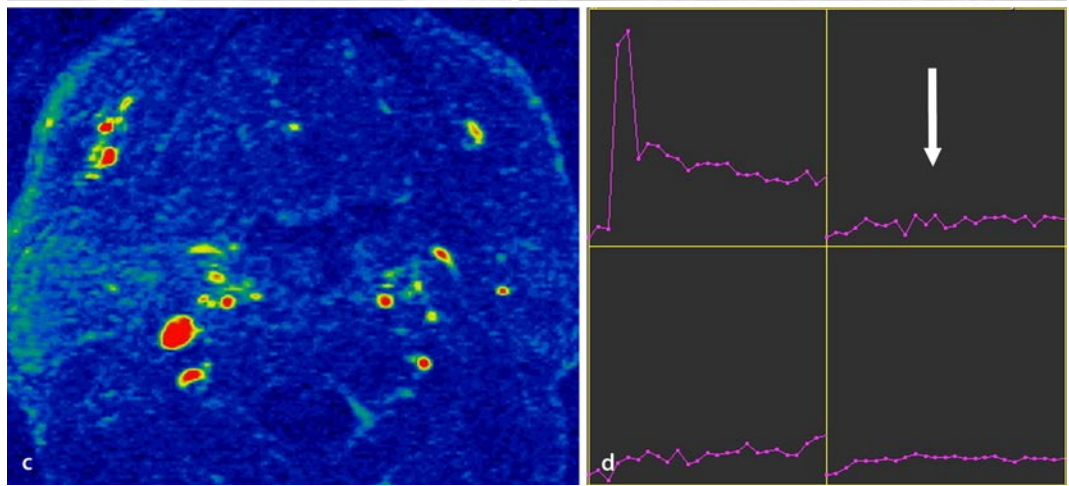
angesiedelt werden sollte. Hsu et al. haben in einer Studie eindrucksvoll belegt, dass sich auch aus kleinen Läsionen (<1 cm), die primär immer eine diagnostische Herausforderung sind, im Verlauf bei 30% der untersuchten Patienten mit fortgeschrittenen Kopf-Hals-Malignomen und Lungenherden <1 cm großem progrediente Metastasen entwickelten [4]. Dabei bilden sich 84% aller Lungenmetastasen in den ersten 2 Jahren nach Therapie bei den Risikofaktoren N2- oder N3-Hals und UICC-Stadium IV.

Bei auffälligen Befunden in der Abdominalsonographie sollten ebenfalls Schnittbildverfahren wie CT und MRT zur weiteren Differenzierung eingesetzt werden. Die Wahl des Verfahrens ist dabei von verschiedenen Patientenfaktoren abhängig, die im Einzelfall zu prä-



Speicheldrüsengewebe als 2. Referenz

**Abb. 4** ▶ Gleicher Patient wie in **Abb. 3**. Verlaufskontrolle nach 6 Monaten. **a** T1w-Bild axial nativ mit signalarmen Strukturen im ehemaligen Tumorareal. **b** Deutliche KM-Anreicherung, schwierig gegenüber einem möglichen Rezidivtumor zu differenzieren. **c** Perfusionskarte ohne pathologische KM-Anreicherung im frühen zeitlichen Verlauf, **d** kein Unterschied zur gesunden Referenzseite. Damit letztlich si-



fen sind, um das entsprechende Alternativverfahren auszuwählen. Tendenziell ist der MRT bei Abdominalbefunden, insbesondere bei unklaren Leberläsionen, der Vorzug zu geben. Allerdings sind Kontraindikationen wie z. B. Herzschrittmacher, extreme Klaustrophobie usw. zu beachten. Letztlich ist auch die im Vergleich zur CT deutlich längere Untersuchungszeit bei der MRT für viele Kopf-Hals-Tumor-Patienten nur schwer tolerabel.

### PET-CT bei CUP

„Cancer of unknown primary“ (CUP) ist unverändert eine der schwierigsten Konstellationen im Rahmen einer Therapieentscheidung. Sollte nach ausführlicher klinischer Untersuchung inklusive Panendoskopie kein Primarius erkennbar sein,

kommen je nach vermutetem Tumorursprung verschiedene bildgebende Verfahren zum Einsatz. Die Staging-CT als Kombinationsdarstellung von Halsweichteilen, Thorax und Abdomen/Becken bringt häufig kein zufriedenstellendes Ergebnis. Daneben wird zunehmend von den Fachgesellschaften die PET-CT empfohlen. Johansen et al. haben in ihrer Studie von 2008 gezeigt, dass jedoch die Sensitivität und Spezifität mit 86% und 69% relativ niedrig sind [6]. Zusätzlich gibt es auch ein Problem bei der Kostensicherung, da weiterhin große Schwierigkeiten in der Erstattung von PET-CT-/PET-Leistungen gegenüber den Kassen bestehen und das Erstattungsverhalten relativ heterogen ist. Auch die Verfügbarkeit von PET-CT-Scannern ist als noch nicht flächendeckend anzusehen.

### Nachsorge

Die Wahl des richtigen Zeitpunkts für die Kontrollen nach Therapie ist abhängig vom klinischen Verlauf und der Therapiemethode. Postoperativ können zunächst engmaschige lokale klinische Kontrollen und der Ultraschall den Therapieverlauf begleiten. Unschlüssige oder widersprüchliche Befunde sollten dann mittels Schnittbildgebung abgeklärt werden. Hier gilt der Grundsatz, dass primär das prätherapeutische Verfahren aufgrund der besseren Vergleichbarkeit gewählt werden sollte. Im weiteren Verlauf sollten in regelmäßigen Abständen (abhängig vom initialen TNM-Stadium) eine Bildgebung der Primärtumorregion und relevanter Lymphknotenstationen erfolgen.

Nach primärer Radiatio oder RCT hat sich in unserem Zentrum eine frühe Verlaufskontrolle etwa 6 Wochen nach Therapieende zur Beurteilung des Therapieansprechens bewährt. In einzelnen Fällen kann dieses Intervall an die individuelle Situation angepasst werden. Auch hier müssen relevante Lymphknotenstationen eingeschlossen werden.

Ein schwieriges Problem ist weiterhin die Differenzierung von Narbengewebe und Residual- bzw. Rezidivtumor, in erster Linie bei den frühen posttherapeutischen Kontrollen. Neben den bereits erwähnten Fortschritten in der Perfusions-MRT gibt die Diffusions-MRT Anlass zur Hoffnung auf eine bessere Diagnostik. In einer aktuellen Studie von Vandecaveye wurde gezeigt, dass der ADC-Wert für Rezidiv- und Resttumoren signifikant niedriger war als für therapiebegleitende Veränderungen, v. a. Narbenstrukturen [14]. Mit einer Sensitivität von 94,6% und einer Spezifität von 95,9% sind die ersten Ergebnisse vielversprechend. Die gleiche Arbeitsgruppe untersuchte auch die Möglichkeiten der Diffusionsbildgebung in Hinsicht auf ihren prädiktiven Wert bezüglich des Erfolgs einer Chemotherapie [15]. Das Studiendesign beinhaltete eine Anfangsuntersuchung vor Therapiebeginn, 2 und 4 Wochen nach Therapiebeginn und 2 Jahre nach Therapieende. Dabei wurde gezeigt, dass initial niedrige ADC-Werte und geringe Änderungen unter Chemotherapie hoch signifikant mit einer schlechten Prognose korrelieren.

### Welches Verfahren für welche Region?

Generell sollte die Auswahl der bildgebenden Methode immer an die aktuelle klinische Situation des Patienten angepasst werden. Bei Tumoren der Mundhöhle und des Nasopharynx empfehlen wir eine MRT. In der Regel kann auch bei vorhandenem Zahnersatz (problematisch bei CT!) eine valide Aussage zur Tumorausdehnung innerhalb der Mundhöhle getroffen werden. Zusätzlich lässt sich eine mögliche Schädelbasisinfiltration bei nasopharyngealen Prozessen evaluieren. Auch eine prognostisch relevante Durainfiltration lässt sich mit der MRT sicher nachweisen.

Prozesse des Hypopharynx und Larynx lassen sich tendenziell besser mit der CT evaluieren. Nicht zuletzt profitieren die Patienten von der wesentlich kürzeren Untersuchungszeit, insbesondere im Falle fortgeschrittener Läsionen mit Beeinträchtigung der Atmung.

### Prozesse des Hypopharynx und Larynx lassen sich oft besser mit der CT evaluieren

Aufgrund der bisher ungeklärten und nicht einheitlich geregelten Leistungserstattung durch die Krankenkassen ist die PET-CT bisher als Routineverfahren nicht allgemein verfügbar und daher bisher eine Einzelfallentscheidung.

### Ist ein Kopf-Hals-Tumorboard wichtig?

Eine interdisziplinäre Fallbesprechung mit den klinischen Behandlungspartnern und der Radiologie sollte, wo immer es möglich ist, angestrebt werden, da hierbei viele relevante Informationen gebündelt und ohne Zeitverzug kommuniziert werden können, um falsche Bildinterpretationen zu vermeiden oder zumindest deutlich zu reduzieren. Die Methodenwahl für die Primärdiagnostik und Nachsorgeuntersuchungen sowie deren Zeitpunkt kann unmittelbar vor Ort entschieden werden, da neben der kapazitiven Ausstattung und Verfügbarkeit einzelner Methoden natürlich auch die Expertise in der Durchführung und Befundung derartiger Aufnahmen berücksichtigt werden muss. Letztlich ist ein Team erfahrener Kollegen im Rahmen eines Tumorboards oder einer interdisziplinären Konferenz unabdingbare Voraussetzung, das Wohl der uns anvertrauten Patienten zu erhalten.

Es bleibt abzuwarten, ob sich einzelne Entwicklungen der Bildgebung hinsichtlich der Detektionsrate, Sensitivität sowie der Charakterisierung von prä- und posttherapeutischen Befunden und vom Lymphknotenbefall in Langzeitstudien bewähren werden.

### Fazit für die Praxis

Die Auswahl des bildgebenden Verfahrens in der posttherapeutischen Kontrolle sollte immer individuell erfolgen, um einen möglichst hohen Informationsgehalt zu generieren. Für Prozesse mit möglicher Schädelbasisinfiltration und der Mundhöhle empfehlen wir die MRT, alle anderen Fragen können primär mit der CT abgeklärt werden. Die PET-CT wird zunehmend in die prä- und posttherapeutischen Abläufe integriert werden, ist bisher aber nur als Einzelfallentscheidung durch die Kassen erstattungsfähig. Neben der Initialdiagnostik, dem Therapieverfahren, dem klinischen Verlauf und der lokalen Verfügbarkeit der einzelnen Modalitäten spielen die Erfahrung der Durchführenden in der Bildgebung und Bildinterpretation nach Therapie von Kopf-Hals-Tumoren eine entscheidende Rolle. Der Zeitpunkt der posttherapeutischen Bildgebung ist vom Therapieverfahren und vom klinischen Verlauf abhängig. Generell empfehlen wir einen Zeitpunkt von 6 Wochen nach Ende einer Radiochemotherapie. Moderne Verfahren wie Diffusionsbildgebung, Perfusionsbildgebung, MR-Spektroskopie sowie PET-CT und PET-MRT werden künftig zu berücksichtigen sein.

### Korrespondenzadresse

#### Dr. R. Aschenbach

Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie und Neuroradiologie  
Helios Klinikum Erfurt GmbH  
Nordhäuser Straße 74, 99089 Erfurt  
rene.aschenbach@helios-kliniken.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur

1. Aschenbach R, Basche S, Vogl TJ, Klisch J (2009) Diffusion-weighted imaging and ADC-Mapping of Head-and-neck paragangliomas: Initial experience. Clin Neuroradiol 19:215–219
2. Bisdas S, Medov L, Baghi M, Konstantinou GN et al (2008) A comparison of tumor perfusion assessment by deconvolution-based analysis of dynamic contrast-enhanced CT and MR imaging in patients with squamous cell carcinoma of the upper aerodigestive tract. Eur Radiol 18(4):843–850
3. Dangore SB, Degwekar S, Bhowate R (2008) Evaluation of the efficacy of colour Doppler ultrasound in diagnosis of cervical lymphadenopathy. Dentomaxillofac Radiol 37(4):205–212

4. Hsu YB, Chu PY, Liu JC et al (2008) Role of chest computed tomography in head and neck cancer. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 134(10):1050–1054
5. Isles MG, McConkey C, Mehanna HM (2008) A systematic review and meta-analysis of the role of positron emission tomography in the follow up of head and neck squamous cell carcinoma following radiotherapy or chemoradiotherapy. *Clin Otolaryngol* 33(3):210–222
6. Johansen J, Buus S, Loft A et al (2008) Prospective study of 18FDG-PET in the detection and management of patients with lymph node metastases to the neck from an unknown primary tumor. Results from the DAHANCE-13 study. *Head Neck* 30(4):471–478
7. Kim S, Loevner L, Quon H et al (2009) Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for predicting and detecting early response to chemoradiation therapy of squamous cell carcinomas of the head and neck. *Clin Cancer Res* 15(3):986–994
8. Kyzas PA, Evangelou E, Denaxa-Kyza D et al (2008) 18F-fluorodesoxyglucose positron emission tomography to evaluate cervical lymph node metastases in patient with head and neck squamous cell carcinoma: a metaanalysis. *J Natl Cancer Inst* 100(10):712–720
9. Mack M, Rieger J, Baghi M et al (2008) Cervical lymph nodes. *Eur J Radiol* 66:493–500
10. Mack M, Balzer J, Straub R et al (2002) Superparamagnetic iron-oxide-enhanced MR imaging of head and neck lymph nodes. *Radiology* 222:239–244
11. Nakamoto Y, Tamai K, Saga T et al (2009) Clinical value of image fusion from MR and PET in patients with head and neck cancer. *Mol Imaging Biol* 11(1):46–53
12. Torizuka T, Tanizaki Y, Kanno T et al (2009) Prognostic value of 18F-FDG PET in patients with head and neck squamous cell cancer. *AJR AM J Roentgenol* 192(4):156–160
13. Vandecaveye V, De Keyzer F, Vander Poorten V et al (2009) Head and neck squamous cell carcinoma: value of diffusion-weighted MR imaging for nodal staging. *Radiology* 251(1):134–146
14. Vandecaveye V, Keyzer F de, Nuyts S et al (2010) Detection of head and neck squamous cell carcinoma with diffusion weighted MRI after (chemo) radiotherapy: Correlation between radiologic and histopathologic findings. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 67(4):960–971
15. Vandecaveye V, Dirix P, De Keyzer F et al (2010) Predictive value of diffusion-weighted magnetic resonance imaging during chemoradiotherapy for head and neck squamous cell carcinoma. *Eur Radiol* DOI 10.1007/s00330-010-1734-6
16. Viridi A, Ruscito P, Pichi B et al (2007) Oral cavity and base of the tongue tumors. Correlation between clinical, MRI and pathological staging of primary tumor. *J Exp Clin Cancer Res* 26(4):575–582
17. Yamazaki Y, Saitoh M, Notani K et al (2008) Assessment of cervical lymph node metastasis using FDG-PET in patients with head and neck cancer. *Ann Nucl Med* 22(3):177–184